

Kokeellinen muotoiluprojekti

Kartonkivuokien mallien kehittäminen
pakkausteollisuutta varten

Lahden ammattikorkeakoulu
Muotoilun koulutusohjelma
Pakkausmuotoilu ja tuotegrafiikka
Opinnäytetyö
kevät 2009
Anni Nykänen

Lahden ammattikorkeakoulu
Muotoiluinstituutti
Muotoilun koulutusohjelma
Anni Nykänen
Pakkausmuotoilu ja tuote grafiikka
Kokeellienn muotoiluprojekti - Kartonkivuokien mallien
kehittäminen pakkausteollisuutta varten
Opinnäytetyö
59 sivua
kevät 2009

Tiivistelmä

Opinnäytetyöni lähtökohtana on Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT=Lappeenranta University of Technology) EU-rahoitteinen EAKR-hanke. Hankkeen tarkoituksena on toteuttaa tulevaisuuden pakkauslinja, jossa kuitupohjaiset pakkausratkaisut valmistetaan in-line -periaatteella, mikä tarkoittaa sitä, että pakkaus voidaan stanssata, muovata ja painaa samalla linjastolla, eikä kuljetusta eri pakkausyksiköiden välillä tarvita. Osana LUT:n hanketta on tarkoitus tutkia kuitupohjaisten pakkausten muotoilumahdollisuuksia. Kartonkisia pakkauksia voidaan joko kasata kotelotyypiksi pakkauksiksi tai muovata vuokatyyppiksi pakkauksiksi. Vuokapakkausten muovaaminen tapahtuu syvävetotekniikalla. Koska syvävetomuottien valmistaminen on kallista, ja kartonkipakkausten prässäämistä on tutkittu vähän, on tarkoitukseni tutkia opinnäytetyössäni mahdollisuuksia muovata vuokia käsityönä ja tutkia teollisesti tuotettavia vuokia vastaavien näköismallien valmistamista. Ideana on, että vuokapakkauksista voitaisiin tuottaa nopeasti ja edullisesti näköismalleja, jotta tuotteista voitaisiin keskustella luontevammin suunnittelutiimissä sekä yrityksen johtoryhmän ja lopulta asiakkaan kanssa. Tutkimusluontoisen opinnäytetyön kirjallisessa osiossa on keskitytty raportoimaan objektiivisesti muotokokeilujen tuloksia ja arviomaan käytetyn tekniikan hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi siinä on pohdittu, miten tutkimustuloksia voitaisiin hyödyntää teollisuudessa ja mikä ylipäätään on näköismallien merkitys pakkausteollisuudessa.

Asiasanat: kartonkivuoka, malli, muotoilu, muotti, pakkaus-
teollisuus, prässäys

Lahti University of Applied Sciences
Institute of Design
Degree Program in Design
Anni Nykänen
Packaging and Graphic Design
Experimental Design Project - Development of Carton Tray
Moc-ups for the Packaging Industry
Graduation Project
59 pages
spring 2009

Abstract

The basis for my graduation project is an European Union financed EAKR-project of Lappeenranta University of Technology (LUT). The goal of this project is to produce packaging line, where fiber based packaging solutions can be produced at once. This means that the package can be die-cutted, molded and printed within the same line and no transportation between different packaging units it needed. One aim of the LUT project is to examine the possibilities of molding fiber based packaging. Carton Packages can be either erected as box typed solutions or molded into tray typed solutions. The molding is done with deep drawing technique. Producing pressing molds for deep draw techniques is highly expensive and there isn't much research done about pressing the packages. Therefore, my aim is to study the possibilities of molding fiber based packaging by hand. The idea is to produce neatly completed moc-ups efficiently and with low costs to ease discussion within design groups and to make the aim of the product design more clear for company managers and finally for the customers. The written part of this graduation project focuses on reporting objectively the results of the molding experiments and to estimate the good and bad features of the technique that has been used. In addition, the graduation project discusses the adaptation of the results of moc-up trials in industry and includes the considerations of the meaning of moc-ups for packaging industry.

Keywords: carton tray, design, moc-up, mold, packaging industry, pressing

Sisällys

1 JOHDANTO	7
2 MALLIT PAKKAUSTEOLLISUUDESSA	8
3 KARTONGIN OMINAISUUDET	10
4 KARTONKIVUOKIEN PRÄSSÄYKSEEN SOVELLETTAVAT TEKNIIKAT	12
4.1 Syvävetotekniikka	14
4.2 Muottisuunnittelu ja mallinrakentaminen	16
5 KARTONKIVUOKIEN MUOTOILUKOKEILUT	17
5.1 Vaihtoehtojen kartoittaminen	17
5.2 Valitut muodot	18
6 PROSESSINKUVAUS	21
6.1 Kartonkivuokien suunnittelu ja luonnostelu	22
6.2 Muottien suunnittelu ja mallintaminen	25
6.3 Muottien valmistaminen	29
6.4 Muottiosien viimeistely	37
6.5 CNC-jyrsimen käytön arviointia	40
6.5. Kartonkaihioiden suunnittelu ja toteutus	43
7 VUOKIEN PRÄSSÄÄMINEN	46
7.1 Huomioita prässäämisestä	48
8 PRÄSSÄYSKOKEILUJEN TULOKSET	51
8.1 Tulosten analysointia	51
8.1 Johtopäätökset	54
9 ARVIOINTI	55
KIITOKSET	56
LÄHTEET	58

1 Johdanto

Tämän hetken avainsanoja pakkausalailla ovat kierrätettävyys ja ympäristöystävällisyys. Niiden kehittymisen myötä kuitupohjaisten pakkausten suosio on kasvamassa ja muovipakkauksia pyritään korvaamaan esimerkiksi kartonkisilla. Muovi on mahdollistanut pakkausten monipuolisen muotoilun ja muovi on taannut pakkaukselle kestävät ja tiiviit säilytysominaisuudet. Kartonki on kuitenkin lujaa vauhtia vastaamassa samoihin muotoilullisiin ja teknisiin vaatimuksiin ja pakkausmateriaalina kartonki on lisäksi edullista, kevyttä ja kierrätettävää ja sen pinnassa paino-ominaisuudet ovat erinomaiset. Kartonkia voidaan myös steriloida, tehdä tiiviiksi tai päällystää erilaisilla materiaaleilla, jos pakattava tuote sitä vaatii (Järvi-Käärinen et al. 2002, 153). Kartonkivuokien kysyntä on suurta etenkin elintarvikepakkausteollisuudessa ja esimerkiksi valmisruoat halutaan yhä useammin pakata kartonkiseen vaihtoehtoon.

Tällä hetkellä SE DISol kehittää uudentyyppisiä kuitupohjaisia pakkausratkaisuja ja pyrkii tarjoamaan asiakkaalle monipuolista design-lähtöistä suunnittelua, jossa materiaalin ominaisuudet eivät rajoita muotoilua (Karhu 2009). Opinnäytetyössäni viitoitan tietä samanlaiselle tutkimukselle ja tutkin nimenomaan vuokien saumatonta muovaamista syvävetotekniikalla eli prässäämällä, jolloin pakkauksen vuokaosaa ei taitella tai liimata.

Opinnäytetyössäni tutkin kartonkivuokien muotoilun mahdollisuuksia ja selvennän jonkinlaisia ohjeita siitä, minkälaisiin muotoihin kartonki venyy tai mihin se soveltuu. Tärkeintä on kuitenkin käytännössä toteuttaa ja arkistoida suunnitellut kartonkivuokien prässäyskokeilut ja raportoida objektiivisesti kokeilujen tuloksia sekä arvioida käytettyjen menetelmien hyviä ja huonoja puolia. Kirjallisessa osiossa tulee myös selvittää mallien merkitystä pakkausteollisuudessa ja esitellä vuokapakkausten ominaisuuksia ja mahdollisuuksia. Päämääränä ei siis ole valmis tuote, vaan tarkoituksena on ainoastaan tutkia kartonkipakkausten ominaisuuksia ja pakkausmuotoilun mahdollisuuksia.

2 Mallit pakkausteollisuudessa

Tuotesuunnittelussa, kuten myös pakkaussuunnittelussa, käytetään erilaisia malleja muotoilun apuvälineenä ja havainnointitarkoituksissa. Perinteisesti tuotekehitys toimii niin, että aluksi uudesta tuotteesta on kuvallinen esitys ja mittapiirroset, seuraavaksi tuotteesta tehdään 3d-mallinnos ja lopulta tuotetaan hahmomalli tuotteesta (Virtanen-Leppä 2009). Pakkausalalla tuotteita on mahdoton esitellä ilman konkreettista mallia, sillä vaikkapa pelkän tekstin pohjalta on hyvin vaikea kuvitella lopullisen tuotteen ulkonäköä. Konkreettinen tuote, tai vähintään 3D-mallinnus tarvitaan aina tuotteen ulkonäön - ja toimivuuden – todentamiseksi (Mäkelä 2009).

HAHMOMALLIT

Hahmomalleilla tarkoitetaan tuotteesta tehtävää karkeaa kolmiulotteista mallia, jota hyödynnetään etenkin suunnittelun alkuvaiheessa. Se on ikään kuin kolmiulotteinen luonnos. Jotta hahmomalleja olisi kannattavaa tehdä, niiden tulee olla nopeita valmistaa ja valmistuskustannusten tulee olla matalat. Hahmomalleilla pyritäänkin usein poistamaan muotoilulliset ja tekniset virheet jo suunnittelun alkuvaiheessa. Hahmomallien ei tarvitse olla oikeasta materiaalista valmistettuja, sillä niitä ei kuulu esitellä vielä suunnittelutiimin ulkopuolella. (Baxter 1995, 285; Kettunen 2000, 98). Tällä hetkellä kotelotyypisten pakkausten mallit on helppo valmistaa koneellisesti muutamassa minuutissa, mutta vuokapakkausten mallien valmistamiseen ei ole keksitty vielä toimivaa ratkaisua.

ULKONÄKÖMALLIT

Hahmomalleja tarkempia ja viimeistelympiä malleja kutsutaan ulkonäkömalleiksi. Niitä valmistetaan pienempiä määriä, usein vain yksi kappale, ja niiden tulee näyttää valmiilta tuotteelta, mutta niiden ei välttämättä tarvitse toimia kuten oikeat tuotteet. Ulkonäkömallin rinnalle valmistetaan usein toimintamalli, jonka tehtävänä on esitellä tuotteen teknisiä ominaisuuksia. Toimintamallin ei tarvitse puolestaan vastata lopullista ulkonäköä. (Kettunen 2000).

MALLIT JA HAPTISUUS

Pakkausalan asiantuntijoita haastatellaksani (Karhu 2009; Nylander 2009), törmäsin kiinnostavaan aiheeseen koskien pakkausteollisuudessa käytettäviä malleja. Teollisen muotoilun piirissä on totuttu näkemään pienoismalleja ja hahmomalleja, jotka on valmistettu jostakin todellista tuotetta halvemmasta ja nopeammin työstettävästä materiaalista, ja alalla työskentelevät osaavat olettaa tiettyjä periaatteita lopulliselta tuotteelta mallin perusteella. Pakkausteollisuudessa tilanne on kuitenkin vaativampi: asiakkaat olettavat heille esitetyn ulkonäkömallin myös toimivan kuten lopullinen tuote (Karhu 2009). Jos siis malli tuntuu, näyttää tai tuoksuu erilaiselta kuin suunniteltu teollisesti sarjavalmistettava tuote, asiakas tai yrityksen johtoryhmän jäsen voi olettaa sen olevan virheellinen tai huono ja kauppaa ei synny (Virtanen-Leppä 2009). Tämä asettaa mallien valmistamiselle pakkausteollisuudessa kovat haasteet, kun mallin on oltava kuin lopullinen tuote.

Miksi mallit sitten ovat niin tärkeitä? Haastatellukseni pakkausteollisuuden parissa työskenteleviä ihmisiä, törmäsin jatkuvasti samaan ristiriitaan. Jotta asiakkaalle voitaisiin valmistaa pätevä mallikappale tuotteesta, hänet pitää saada ensin sitoutumaan kauppaan, sillä vuokapakkausten muottiosien valmistaminen on kallista. Ja jotta asiakas suostuu sitoutumaan kauppaan, hän vaatii saada nähtäväkseen konkreettisen mallin tuotteesta, jonka hän aikoo ostaa (Nylander 2009; Pirttiniemi 2009; Karhu 2009; Virtanen-Leppä 2009). Miten siis valmistaa edullisesti mallikappale tuotteesta, jonka muotinosiin ei uskalleta sijoittaa?

3 Kartongin ominaisuudet

Opinnäytetyöni aiheessa syvennyn tarkasti kartonkiin materiaalina ja tutkin sen olemusta ja muovautuvuutta. Siksi olen halunnut esitellä tässä lyhyesti joitakin tärkeimpiä kartongin ominaisuuksia. Otan esille kierrätettävyyden, lujuus- ja barrierominaisuudet sekä kosteuden vaikutuksen kartonkiin.

LUJUUSOMINAISUUDET

Pakkausten tulee kestää paljon mekaanista rasitusta varastoinnin, kuljetuksen ja hyllyttämisen aikana. Kartongilla on hyvät lujuusominaisuudet, jotka johtuvat puukuiduista ja niiden välille muodostuvista vetysidoksista, ja kartonki onkin painoonsa nähden kolme kertaa lujempaa kuin esimerkiksi alumiini. Kartongilla on myös hyvä puristuslujuus, eli sitä voidaan hyvin pinota. (Grönstrand et al.2000, 22.)

KIERRÄTETTÄVYYS

Kartonki valmistetaan uusiutuvista luonnonvaroista ja se on tässä suhteessa ympäristöystävällisempää kuin esimerkiksi muovi, jonka valmistamiseen käytetään öljyä. Kartonki voidaan kierrättää ja sen valmistuksessa käytetään useimmiten uusiutuvia energialähteitä. Muovipäälysteiset kartonkipakkaukset voidaan hävittää polttamalla tai lajittelemalla ne niille kuuluviin kierrätyspisteisiin. Kierrätysprosessissa muovi pestään irti kartongista, jolloin pakkauksesta erottuvat kartonki, kaasuksi kuumennettava muovi ja mahdollinen alumiini. Alumiini toimitetaan kierrätykseen ja muovikaasu poltetaan energiaksi, jota voidaan käyttää edelleen kierrätysprosessissa. Kartonkijätteestä voidaan jalostaa taas uusia kartonkilaatua. Taive-, kemihierre-, sellu- ja uusiokartonkikotelot voidaan lisäksi polttaa tai kompostoida. (Suihkonen et al. 2006, kohta 1.2, kohta 2.1; Järvi-Käärinen et al. 2006, 171.)

KOSTEUS

Kosteus vaikuttaa lähes kaikkiin muihin kartongin ominaisuuksiin ja etenkin opinäytetyöni kohdalla kosteudella on suuri merkitys kartongin muovautuvuuden suhteen. Kartonkiin jää valmistamisen jälkeen kosteutta laadusta riippuen noin 3-10 % ja mitä kuivempaa kartonki on, sitä paremmat sen lujuusominaisuudet ovat. (Järvi-Käärinen et al. 2000). Toisaalta, jos kartonki pääsee esimerkiksi varastoinnin aikana kuivumaan liikaa, se alkaa haurastua ja imeä kosteutta ympäristöstään. Silloin kartonki alkaa turvota ja käyristyä. (Lisää kosteuden vaikutuksista kappaleessa 5.2)

BARRIEROMINAISUUDET

Pakkauksen tulee suojata tuotetta ympäristöltä ja toisaalta ympäristöä tuotteelta. Huonosti suojattu tuote saattaa imeä esimerkiksi makuun vaikuttavia ominaisuuksia ympäristöstään, mutta se voi myös päästää pakkauksen läpi ominaisuuksia, jotka eivät saa levitä sen ympäristöön. Pelkällä kartongilla on huonot barrierominaisuudet, eli se päästää lävitseen muun muassa vettä ja vesihöyryä. Siksi elintarvikepakkaamisessa käytetäänkin usein muovi-, alumiinifolio- tai metalloituja muovipäällysteitä (Järvi-Käärinen et al. 2002, 153) kun tuotteelle pitää taata vesi-, vesihöyry-, kaasu-, rasva-, tai aromitiiveys tai valonläpäisemättömyys (Grönstrand et al. 2000, 22). Polyeteeni (PE) on elintarvikepakkausissa eniten käytetty barrierimuovi ja sen rinnalla PET -muovi (polyeteenitereftalaatti) on kasvattanut huomattavasti suosiotaan, valmisruokapakkausten kohdalla nimenomaan sen hyvän lämmönkestävyyden vuoksi. Sen sulamislämpötila on 220 astetta, mikä riittää uunikäyttöön. (Järvi-Käärinen et al. 2002, 173).

4 Kartonkivuokien prässäykseen sovellettavat tekniikat

Opinnäytetyössäni esitelty tekniikka pohjautuu pitkälti ruiskuvalu- ja syvävetotekniikoihin, joilla valmistetaan muovisia tuotteita. ”Yksinkertaisimmillaan muotti koostuu kahdesta kappaleesta, kiinteästä muottipesästä ja liikkuvasta muottipuolikkaasta” (Pentti Järvelä, Kai Syrjälä & Martti Vastela 2000, s.13). Niin muovien ruiskuvalu- ja syvävetotekniikassa, kuin kartonkivuokien prässäystekniikassakin muottipesä ja keerna ovat vain yksi osa suurta koneellista kokonaisuutta, mutta tässä työssä aion keskittyä vain muottiosaan, jonka muuntelulla on merkitystä muotoilijalle.

Ruiskuvaluteollisuuden kehitykselle ominaista on viimeaikoina ollut prosessin automatisointi, ruiskuvalutoiminnan verkottuminen ja globalisoituminen sekä standardointi (Järvelä et al. 2000, 113). Vaikka tämä on varmasti alan tekniikan kehitykselle hyödyllistä, pyrin opinnäytetyössäni korostamaan muotoilun merkitystä tuotesuunnittelussa ja sitä, miten hahmomalleilla voitaisiin edistää kunkin asiakkaan tarpeisiin sopivien, persoonallisten pakkausratkaisujen löytämistä. Lisäksi työni eroaa teollisuuden tavoista siksi, koska prässääminen tapahtuu täysin käsityönä eikä käyttämiäni muottipuolikkaita voi, eikä ole tarkoituskaan, sellaisenaan liittää pakkauskoneeseen. Muottitekniikalla on tarkoitus demonstroida hahmomallien tekoa käsityönä.



Esimerkki teollisudessa testatusta kartonkivuokien syvävetomuotista. Siitä löytyy muotin perusosat, pesä, keerna ja pidätyslevy.

keerna

pidätyslevy

pesä

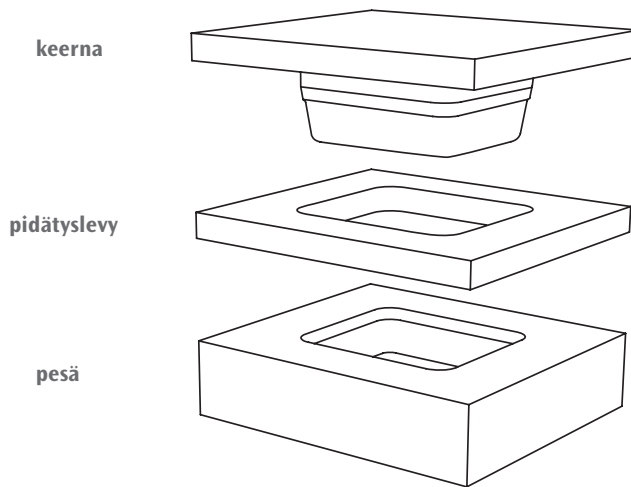


Pidätyslevy ja keerna painuvat yhtäaikaan kohti pesäosaa. Sitten pidätyslevy pysähtyy oikeaan kohtaan ja keerna painuu muotin pohjaan asti.

pidätyslevy

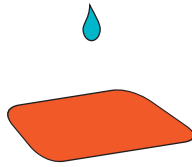
keerna

4.1 Syvävetotekniikka

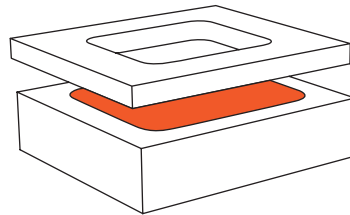
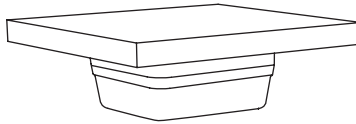


Opinnäytetyössäni käytetty tekniikka perustuu jo mainittuihin tekniikoihin ja jo aiemmin testattujen kartonkivuokien prässäyksestä saatujen tulosten soveltamiseen. Suuren osan tiedosta sain saanut kokeellisen muotoilun kurssin kurssimateriaalista sekä kurssin vetäjää ja opinnäytetyöni ohjaajaa Noora Nylanderia haastatteleamalla. Kartonkiaihioiden prässäykseen käytettävät muotit valmistettiin MDF (=mediun-density fiber board) -levystä liimaamalla ja ne jyrättiin Koulutuskeskus Salpauksen tiloissa CNC (=Computerized Numeric Control) -jyrsimellä.

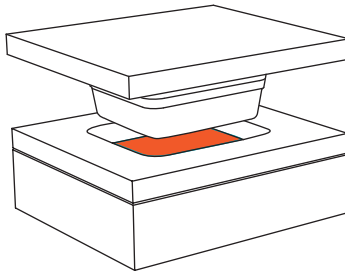
Muotti koostuu kolmesta osasta: paikallaan pysyvistä pesäosasta (naaras), liikkuvasta keernaosasta (uros) ja niiden väliin tulevasta pidätyslevystä, joka pitää kartonkiaihioiden paikallaan ja auttaa kartonkiaihiota muovautumaan hallitusti prässäyksen aikana. Muotin pesäosaan kiinnitetään metalliset ohjaustapit, jotka ohjaavat pidätyslevyn ja keernaosan oikeasta suunnasta paikoilleen. (Aiheesta lisää kappaleessa 5.)



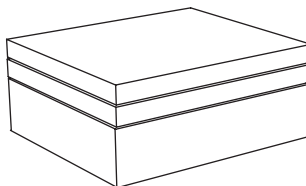
Kartonkiaihiot kostutetaan kevyesti vedellä.



Aihio asetetaan pesäosan ja pidätyslevyn väliin.



Keernaa painetaan maltillisesti kohti pesää.



Keerna painetaan pohjaan asti ja prässäys on valmis.

4.2 Muottisuunnittelu ja mallinrakentaminen

Päällimmäisenä rajoitteena muottien muodonannolle on se, että muotin pitää olla päästävä, jotta kappale saadaan ulos muotista. Päästävän tuotteen etu on tosin sen pinottavuus, mikä säästää tilaa varastoinnissa ja kuljetuksissa. Mikäli muottiin tuleva materiaali on sileää ja liukaspinointa, voi muotin päästö olla minimissään jopa 0.5 astetta (Pirttiniemi 2009). Karkeammissa materiaaleissa puhutaan noin 3 asteen minimipäästöstä ja kartonkisten vuokien kohdalla päästön on oltava vieläkin enemmän, yleensä noin 5 astetta, joka on pinoutumisen minimi (Nylander 2009; Pirttiniemi 2009).

Toki muotti voi koostua useammastakin kuin kahdesta osasta, mikä lisää muotoilun mahdollisuuksia. Olavi Pirttiniemi (2009) totesi haastatteluissa: ”kaikki on mahdollista, mutta hinta tulee usein nopeasti vastaan”. Muotti voi siis olla hyvinkin moniosainen: paikallaan olevassa muotinosassa on oltava tapit, jotka ohjaavat muottia aukeamaan oikeisiin suuntiin, oikeassa järjestyksessä. Projektissani olen tehnyt kaikki muotit kaksiosaisiksi, sillä monimutkaisempien rakenteiden testaaminen on aikaa vievää eikä se toisi lopputuloksiin merkittävää lisäarvoa.

Sekä muovituotteiden että kartonkisten tuotteiden muottisuunnittelussa on oleellista tietää lopullinen materiaali heti suunnittelun alkuvaiheessa. Materiaalinpaksuus tulee tietää alusta alkaen, sillä kartongin on

mahdollista pesän ja keernan väliin, mutta muotti ei toisaalta saa olla liian väljä, jotta muoto toistuisi odotetulla tavalla. Tosin, jos materiaali halutaan jostain syystä vaihtaa kesken tuotannon, on muotista mahdollista poistaa materiaalia myöhemmin (Pirttiniemi 2009). Tämä tarkoittaa siis sitä, että materiaalin paksuutta voidaan ainoastaan lisätä jälkikäteen.

Muotoilija tai suunnittelija voi hankaloittaa muotinvalmistajan työtä tekemällä liian monimutkaisia vuokia, jotka mahdollisesti sisältävät vielä negatiivisia muotoja (Andersson et al. 2004, 13; Pirttiniemi 2009). Teollisuudessa yksinkertaisuus näkyikin olevan valttia ja liian hankalien muotojen valmistaminen tulee usein myös kohtuuttoman kalliiksi. Monimutkaiset, yksityiskohtaiset muodot myös kuluvat yksinkertaisia nopeammin ja muotoja kuluttaa erityisesti kartongin karhea pinta ja siitä irtoava pöly (Nylander 2009; Pirttiniemi 2009).

Ongelmaia syvävedossa voivat aiheuttaa esimerkiksi muotin terävät kulmat, kappaleen pystysuora geometria eli liian pienet päästöt ja tuotteen ulostyöntäjien väärä sijoittelu. Vuoka pitää saada ulos muotista, mutta työntäjät eivät saa samalla vahingoittaa tuotetta. (Andersson et al. 2004, 13).

Kartonkivuokien muottien materiaallivaatimukset ovat pienemmät kuin esimerkiksi muovivuokien muoteissa, jotka on valmistettava kuumuuden- ja kulutuk-

senkestävyyden vuoksi karkaistusta teräksestä, ja joiden tekniikkaan kuuluu paljon teknisiä yksityiskohtia kuten muovin syötö- ja jäähdytyskanavistot. Tällä hetkellä teollisuudessa on testauksessa esimerkiksi muovista valmistettuja kartonkisille vuoille tarkoitettuja muotteja. Tämä koskee tietysti vain muottiosaa, sillä koko valtava laitteisto, joka on osana suurta pakkauslinjaa, koostuu suurilta osin juuri teräksestä ja muista metalleista. Pienten materiaali-vaatimusten johdosta käsityönä tehtävät muotit voidaan valmistaa useista edullisista eri matriaalivaihtoehtoista. Tässä työssä muotit on valmistettu liimaamalla ne MDF levystä, joka on yksi esimerkki edullisesta, helposti työstettävästä ja helposti saatavilla olevasta materiaalista.

5 Kartonkivuokien muotoilukokeilut

5.1 Vaihtoehtojen kartoittaminen

Aloitin vuokien luonnosteluvaiheen menemällä kauppoihin tutustumaan jo olemassa oleviin vuokiin. Näyttää kuitenkin siltä, ettei vuokien kohdalla ole vielä käytetty paljon mielikuvitusta, ja kuten haastattelussa (Karhu 2009) kävi ilmi, asiakkaat luultavammin haluavat kartongista muovivuokia vastaavia muotoja, eikä kauppoissa vielä näy paljon vaihtelua muotoilun suhteen. Lisäksi, koska aihetta on tutkittu vähän, ei kukaan ole uskaltanut lähteä kokeilemaan uusia muotoratkaisuja. Siksi päätin hylätä jo olemassa olevien vuokien hyödyntämisen ja keskittyä täysin erillisiin muotokokeiluihin, joista uskoin olen minulle hyötyä.

Projektin kesto on suhteellisen lyhyt ja minun täytyi löytää vaihtoehtoja, jotka ovat yksinkertaisuudessaan hyödyllisiä jonkinlaisten johtopäätöksien saamiseksi. Päätin kokeilla toisistaan eriäviä muotoja ja testata mahdollisimman monia raja-arvoja. Projektin eri osiot vaativat paljon työtä ja aikaa, joten halusin päästä lopputulokseen mahdollisimman nopeatempoisilla kokeiluilla. Kaikki muodot ovat toteutettavissa kaksiosaisella muotilla ja niiden päästöt ovat vähintään 10 astetta, jotta mahdollisimman monilta epäonnistumisilta voitaisiin välttyä. Päätin testata viittä erilaista muotoa, joiden avulla pääsisin päätelmiin siitä, mitä muotoja kannatta lähteä tulevaisuudessa kokeilemaan ja mihin kaikkeen kartonki venyy.

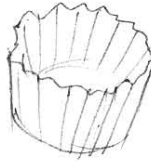
5.2 Valitut muodot

Valitsemani kokeiluvaihtoehdot perustuivat kokemusperäiseen tietoon kartonki-
vuokien muovaamisesta ja sen perusteella
tehtyihin olettamuksiin siitä, miten erilai-
set muodot saattaisivat toimia prässäys-
kokeiluissa. Halusin valita testattavaksi
mahdollisimman paljon epävarmoja vaihtoehtoja, joiden tuloksista saisi eniten irti. Opinnäytetyöhöni ei liittynyt mitään riskiä, joten siinä oli hyvä tilaisuus kokeilla jotain arvaamatonta.

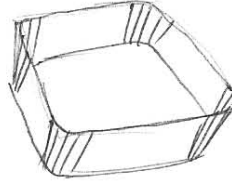
Ensimmäisenä kokeiluna oli neliömäinen muoto, jonka yläpinta on alaspäin viisto ja jonka molempien pituuksien kulmat ovat erikokoiset. Koska tämä kappale oli niin moneen suuntaan vino, päätin tehdä toisena kokeiluna täysin suorakaiteen muotoisen vastaavan kokoisen kappaleen, jotta ensimmäistä vuokaa voitaisiin verrata siihen ja selviäisi helpommin mistä mahdolliset viat johtuvat. Kolmantena kokeilu-

na on syvyys. Tein juomamukimaisen muodon, jossa haluan testata kartongin muotoutumista, kun vuoka on syvä ja ka-
pea. Neljäntenä vuokana oli muoto, jossa testauksessa olivat vastamuodot. Kartonki taipuu huonosti vastakkaisiin suuntiin ja tätähän piti päästä kokeilemaan. Kun kartonki venyy yhteen suuntaan, esimerkiksi pyöreässä muodossa, aihio taittuu vain sisäänpäin ja nuuttaukset myötäilevät muotin muotoja. Jos taas kartonki tekee sekä ulos- että sisäänpäin kaartaa, aihio joutuu venymään vastakkaisiin suuntiin ja silloin kartonki repeää helposti. Halusin todistaa, ettei mikään muoto ole tuhoon tuomittu, ennen kuin se on testattu. Viidentenä vuokana testasin pyöreää, pallomaista muotoa. Samassa kokeilussa todentui kaksiosainen vuoka, jossa kartonkiaihio jakautui kahteen kuppiin, jotka olivat toisissaan kiinni. Tässä vuoassa kartonkiaihion muotoilu oli hankalaa ja on sanottu, että täysin pyöreiden muotojen tekeminen prässäystekniikalla on mahdotonta.

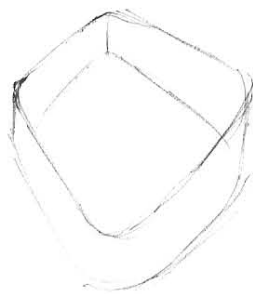
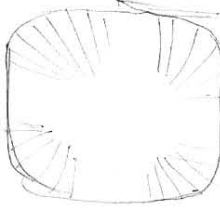
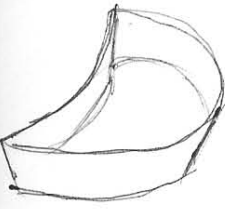
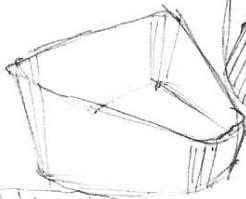
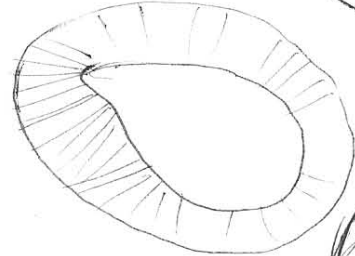
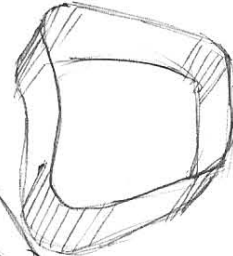
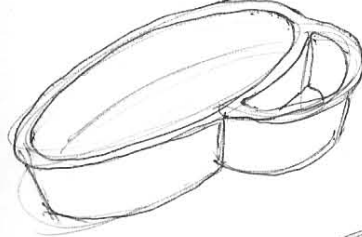
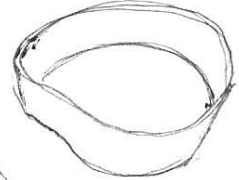
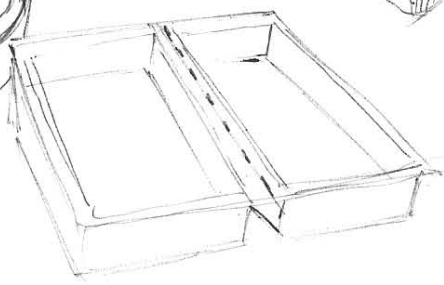
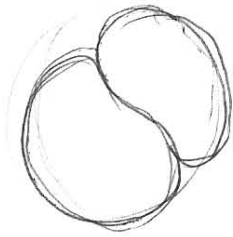
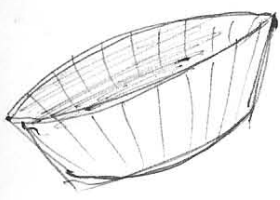
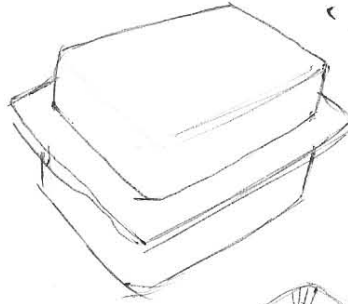
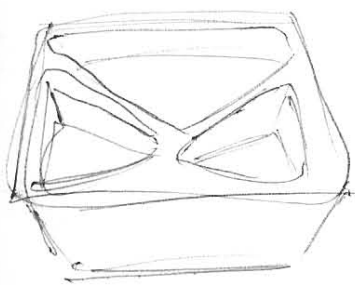
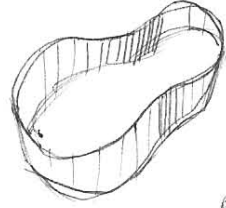
- 0,5mm
materiaalin-
paksuus



muffin-
luoka



- värisin
- valmistavat
- kirsikakomaatit
- sienit...



6 Prosessinkuvaus

Projektin vaiheet voidaan jakaa viiteen kokonaisuuteen, jotka ovat:

- KARTONKIVUOKIEN SUUNNITTELU JA LUONNOSTELU
- MUOTINOSIEN SUUNNITTELU JA MALLINTAMINEN
- MUOTTIEN VALMISTAMINEN
- KARTONKIAIHIOIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.
- VUOKIEN PRÄSSÄÄMINEN.

Etenkin mallintaminen ja muotinosien esivalmistelut ja lopullinen kokoaminen olivat paljon aikaa vieviä osuuksia. Seuraavassa kappaleessa esitellään työvaiheet mainitussa järjestyksessä ja selvitetään tarkemmin teknisiä yksityiskohtia kustakin.

6.1 Kartonkivuokien suunnittelu ja luonnostelu

NYKYISEN TILANTEEN SELVITÄMINEN

Aloitin työni luonnollisesti selvittämällä, miltä tilanne kaupoissa näyttää tällä hetkellä ja huomasin, että toistaiseksi kartonkivuokien osuus kaikista vuokapakkauksista on hyvin pieni. Muovisten vuokien lisänä on käytetty kyllä usein kartonkisia kuoria tai yötteitä, sillä kartongilla on muovin nähden huomattavan hyvät painatusominaisuudet ja se tuo pakkauksille ryhtiä, kestävyyttä ja mahdollisesti parempaa ulkonäköä (Suihkonen et al. 2006, s.6, 8), mutta muuten kartonkisten vuokapakausten osuus kaikista vuokapakkauksista oli huomattavan pieni.

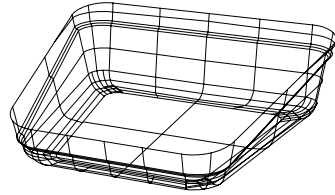
Kartonkivuokien muotoilu näytti yksipuoliselta ja muodot muistuttivatkin paljon muovisia serkkujaan. Teemu Karhu totesi haastattelussa 2009, että ainakin asiakkaat näyttävät jotakin muovista vuokaa ja tahtovat kartongista vastaavan. Tämä siksi, koska kartonkivuokien muotoilussa ei ole vielä nähty suurempia erikoisuuksia ja tarkoituksena olisikin meneillään olevien projektien avulla todistaa, miten monipuolinen materiaali kartonki on ja näyttää, että sitä voi muovata monipuolisesti ilman riskejä.

LUONNOSTELU

Suunnittelu- ja luonnosteluvaihe jäi hyvin lyhyeksi, sillä tiesin projektin muiden osien vievän paljon aikaa. Niinpä tein päätökset nopeasti muutaman piirretyn luonnoksen ja nopean päättelyn avulla ja siirryin mallinnusvaiheeseen. Kartonkivuokien luonnostelu jatkui Rhinoceros CAD -ohjelmassa, mikä helpotti suunnitelmieni kolmiulotteista hahmottamista. Kuitenkin ennen lopullista mallintamista, piirrettynä piti olla tarkka suunnitelma kustakin vuosta mittoineen, joiden mukaan mallinnukset toteutettiin. Valitsin muotoja, joiden avulla voisin mahdollisimman monipuolisesti tutkia kartongin muovautumista ja päästä johdonmukaisiin päätelmiin siitä, minkälaiset muodot parhaiten soveltuvat kartonkivuokien suunnitteluun. Päätin kuitenkin välttää liian monimutkaisia muotoja, jotten kompastuisi omaan nokeluuteeni. Päädyin toteuttamaan viisi vuokaa, jotka nimeän tässä tekstin ymmärrettävyyden helpottamiseksi:

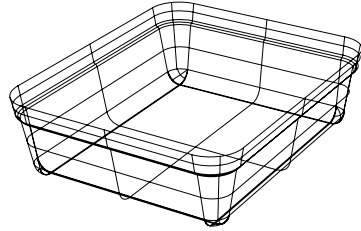
VINO

Vino on vuoka, joka madaltuu viistosti toiseen laitaan. Samalla se kapenee samaan suuntaan. Tämä vuoan avulla, oli tarkoitus testata, miten viiston pinnan prässäämisen onnistuu ja samassa vuoassa testataan erisuuruisten, melko jyrkkien kulmien muotoutumista.



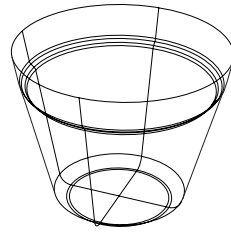
PALIKKA

Koska Vino on niin moneen suuntaan kallellaan, tarvittiin toinen samankokoinen, suorakulmaisen särmiön muotoinen vuoka, jotta Vinon tulokset olisivat vertailukelpoisia. Tällä vuoalla voitiin testata myös jo mainittujen melko jyrkkien kulmien toimivuutta.



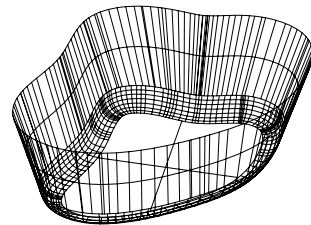
MUKI

Mukilla testattiin miten syvyydeltään suuri vuoka toimii ja miten se pysyy pystyssä. Muki pidettiin yksinkertaisena, jotta syvyyden testaaminen olisi johdonmukaista.



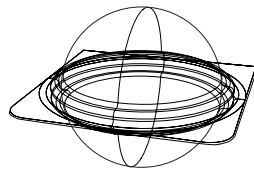
AMEBA

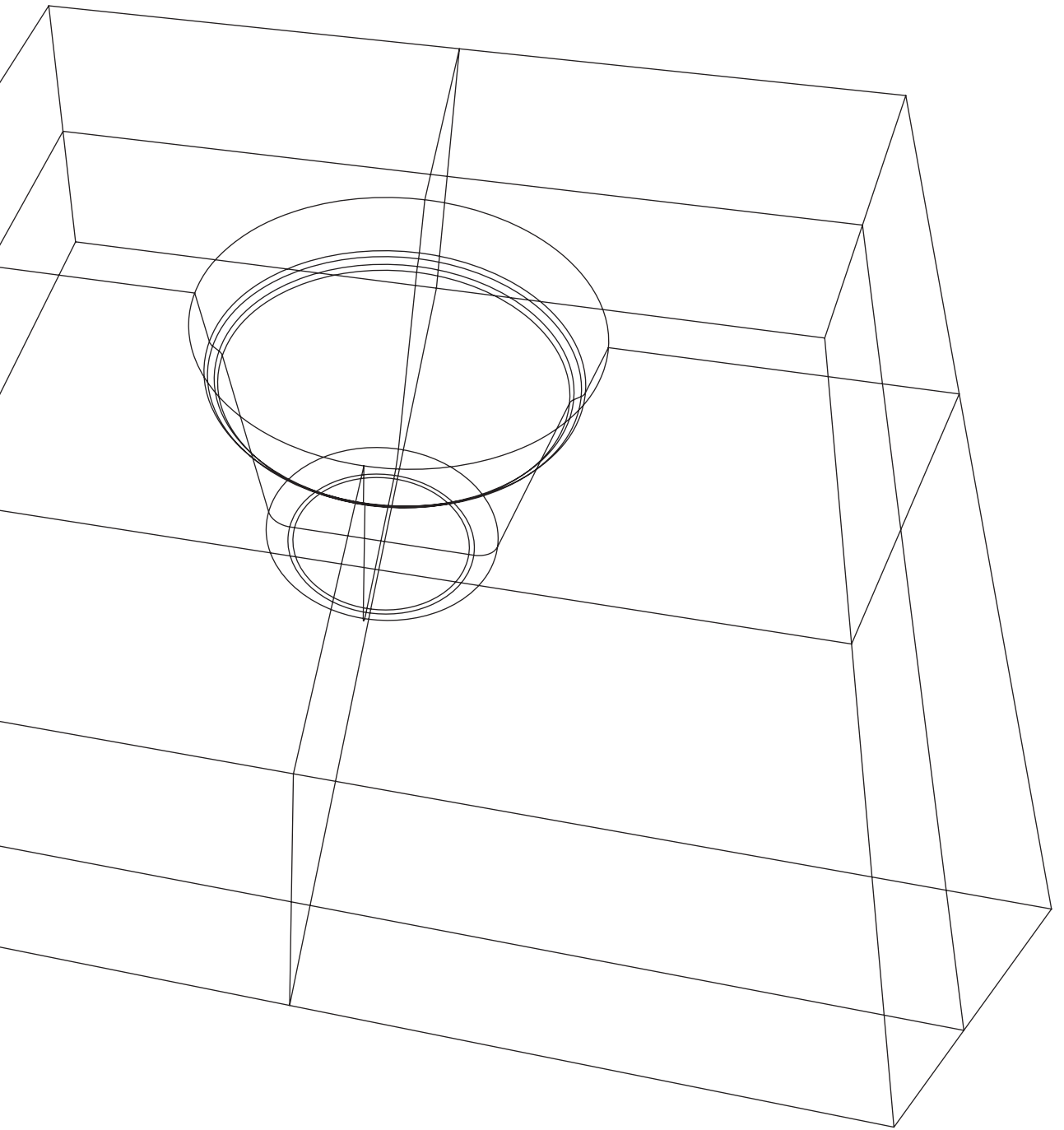
Amebilla testattiin epämääräisesti mutkittelevaa muotoa. Siinä kaaret taipuvat toisiaan vastaan - siis negatiivisesti ja positiivisesti. Ameba on muuten reunoiltaan tasaisesti ylös nouseva eikä siinä ole pokkauksia tai muita poikittaisia syvennyksiä.



PALLO

Pallo on kaksipesäinen vuoka, joka taittuu keskeltä yhteen muodostaen pallon. Tätä pallomaista muotoa on sanottu mahdottomaksi valmistaa kartongista. Testasin muotoa, koska pyrin todistamaan, ettei pakkausmuotoilussa mikään ole mahdotonta.



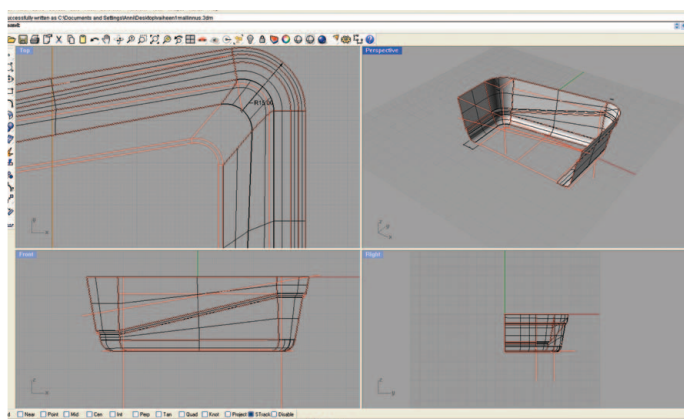


6.2 Muottien suunnittelu ja mallintaminen

UUOKIEN JA UUOKAMUOTTIEN MALLINTAMINEN

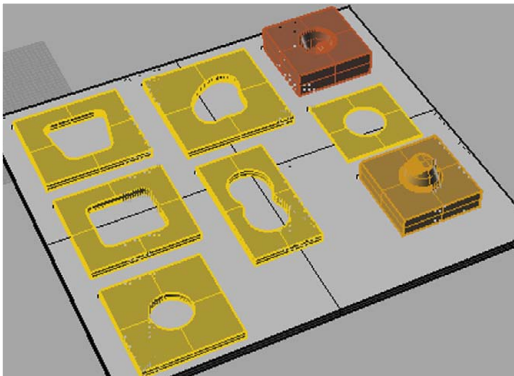
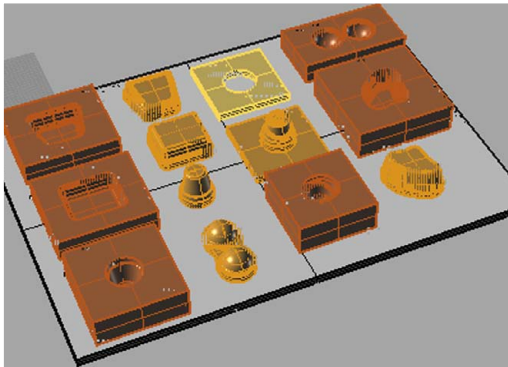
Mallinnuksista haastavin oli ehdottomasti Vlno. Sitä ei voinut tehdä pyöräyttämällä Rhinocerosissa revolve-työkalulla tai rakentaa niin sanotusti solidina (eli kokonaisena, saumattomana kappaleena), vaan se piti rakentaa piirtämällä ensin käyrät kustakin suunnasta ja kokoamalla käyrien avulla pinnat ja muodostamalla niistä suunniteltu kokonaisuus. Jälkeenpäin katsottuna kyseisen kappaleen mallintamiseen kului liiankin paljon aikaa, tosin osittain myös siksi, ettei mallintamisen CAD-ohjelmilla ole todellakaan vahvinta alaani. Alkuun mallintaminen tuntui olevan pelkkää kokeilua ja ohjelman opettelua. Tarkasti tehtyjen suunnitelmien avulla pääsin kuitenkin lopulta mallintamisessa eteenpäin ja voin sanoa, että opinnäytetyöni seurauksena taitoni ja it-seluottamukseni CAD-ohjelmien käytössä ovat vahvistuneet huomattavasti. Vuokamallien valmistuttua, pvstvin suunnittelemaan ja piirtämään itse työkalut, muotin pesä- ja keernaosat ja pidätyslevyn kutakin vuokaa varten.

Muottien tekemisessä tärkeintä oli tietää kokeiluissa käytettävän kartongin materiaalin paksuus (0,444mm). Jätin pesä- ja keernaosien väliin lisäksi hieman ylimääräistä tilaa pintaan tulevaa maalia varten. (Jälkityöstöstä lisää kappaleessa 4.4.) Toinen tärkeä seikka oli se, että mallinnuksen ja todellisten kappaleiden piti vastata tismalleen toisiaan CNC -jyrsimellä tehtävää työstöä varten. Muottia mallintaessa piti tietää kartonkisten vuoka-aihioiden koko, jotta pesän suorasta pinnasta tulisi tarpeeksi iso kokonaisuudeksi, litteälle kartonkiaihiolle. Lisäksi, jotta todelliset MDF-kuutiot vastaisivat mallinnusta, piti tietää MDF-levyjen paksuus ja se, mikä tulisi kuutioiden korkeudeksi noita levyjä päällekkäin liimattaessa. Kun tiesin työkalujen koot, ne oli helppo tehdä valmiiksi mallinnettujen vuokaosien avulla, Rhinocerosissa boolean-, split- ja join-työkaluilla, kaksipintaisia vuokaosien mallinnuksia hvväksikäyttäen.



ASEMOINNIN TEKEMINEN CNC-TYÖSTÖÄ VARTEN

Muotoiluinstituutin tiloissa oleva CNC-jyrsimen työstöpinta-ala on niin pieni (210x148mm), että se ei olisi riittänyt muottiosien jyrsimiseen. Siksi päädyin teettämään muottiosat Koulutuskeskus Salpauksen tiloissa, jossa jyrsimeen mahtuu maksimissaan jopa 1000x2000 mm:n kokoinen jyrsittävä kappale. Koska tämä jyrsin oli niin massiivinen, piti muotit asetella kahteen 800x1000mm:n kokoiseen aluslevyyn. Näin imulla tapahtuva kiinnitys laitteistoon onnistuisi paremmin ja kappaleiden liikuttaminen ja kuljettaminen olisi yksinkertaisempaa.



Koulutuskeskus Salpauksessa mallinrakennuksen lehtori Tuomo Rahikaisen ohjeen mukaisesti asetelin kahteen tiedostoon jyrsittävien kappaleiden mallinukset 50mm:n etäisyyksille toisistaan, jotta CNC-jyrsimen terä mahtuisi varmasti työstämään kappaleita ilman ongelmia. Kappaleet tuli asetella 19mm paksua 800x1000mm:n kokoista MDF-levyä kuvaavan tason päälle. Rahikainen neuvoi myös, miten kappaleet tulee asetella tiedostossa origon suhteen: nollapiste laitettiin asemoinnin vasempaan yläkulmaan ja korkeussuunnassa aseointi nollatason alapuolelle, korkein kappale nollatason pinnassa. Aseointivaiheessa oli tärkeää tehdä

tarkat muistiinpanot siitä, mihin kohtaan muottiosat asettuivat, jotta myöhemmin tehtävä todellinen MDF-materiaalikokonaisuus vastaisi täydellisesti mallinnusta. Asemoinnin tehtyänä, vein tiedoston muotoiluinstituutin lehtori Kari Metsolle, joka esivalmisteli tiedostoon kappaleiden työstöradat Master Camissa, joka on Salpauksella CNC-jyrsintään käytettävä ohjelma.

◀ Jyrsittävien kappaleiden mallinukset jaettiin kahteen tiedostokokonaisuuteen.



Jotta muotinosat voitiin jyrsiä, piti ensin valmistaa kappaleet, joista muotit muodostuisivat. Tämä osa projektia oli hyvin työläs ja monivaiheinen ja tarvitsin sen toteuttamiseen paljon asiantuntevaa avustusta muotoiluinstituutin ja koulutuskeskus Salpauksen opettajilta ja henkilökunnalta. Myös opinnäytetyöni ohjaajana toimineen Nylanderin opastuksesta oli paljon apua. Opinnäytetyössäni puhutaan kahdenlaisista aihioista ja tässä kohtaa on syytä selventää mitä niillä tarkoitetaan. MDF -aihiolla tarkoitetaan kuutiomaisia palikoita, joista muotinosat työstetään. Kartonkiaihiot sen sijaan ovat vuokien litteät aihiot, joista muokataan vuokia MDF -muottien avulla.



▲ MDF-aihioiden liimaaminen

6.3 Muottien valmistaminen

MDF -LEVYJEN LEIKKAAMINEN JA LIIMAAMINEN

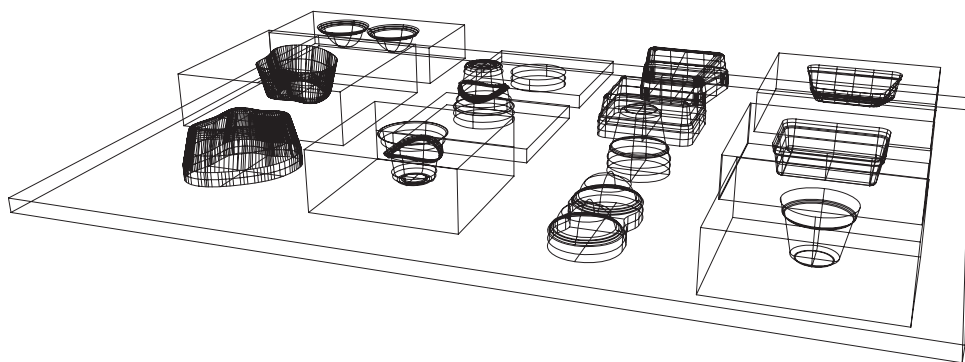
Päätin koota muottiaihiot 19mm paksusta MDF -levystä päällekkäin kuutioiksi liimaamalla. Muotoiluinstituutin puutyöpajalla sain avustusta ja ohjeita erikoislaboratoriomestari Kari Malmiselta ja tuntiopettaja Ari Liinasaarelta. Suuren MDF -levyn leikkaamisen jälkeen aloin liimata levyjä yhteen ja jätin ne vuorokaudeksi kuivumaan puristimien väliin. Päätin tehdä aihioista mahdollisimman taloudelliset, eli mahdollisimman paljon vastaamaan lopullista kokoa. Näin ollen minulla oli lopulta kymmenen erikokoista MDF -kuutiota ja viisi pidätyslevyn aihiota. Helpompaa olisi ollut tehdä kaikista kuutiosta samankokoisia, mutta arvelin, että liian suuret aihiot olisivat lisänneet työaikaa CNC -jyrsimellä, sillä ylimääräisen materiaalin poisjyrsiminen vie aikaa.

KAHDEN AIHIOKOKONAISUUDEN KOKOAMINEN

Kun kuutiot ja levyt olivat kuivuneet, niistä piti muodostaa asemointitiedostoja vastaavat kokonaisuudet. Koska aika oli käymässä vähiin, minun piti työskennellä pitkiä päiviä ja tehdä töitä illalla pajan sulkeuduttua. Siksi työskentelin yksin ilman apua ja apukäsiä, mikä teki työstä vaikeaa. Sain lopulta aihiot kiinnitettyä pohjalevyyn ja kokonaisuus oli vietävissä Salpaukseen.



▲ MDF-aihioiden
kokoaminen kah-
teen levyyn.



▲ MDF-lyvy konaisuuden piti vastata täydellisesti mallinnuksen mittoja.

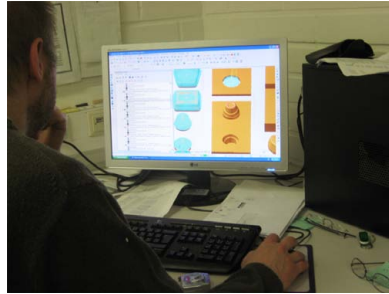
MUOTTIEN TYÖSTÄMINEN KOU- LUTUSKESKUS SALPAUKSESSA

Olin kuvitellut CNC -jyrinnän vievän projektiajasta yhden päivän, mutta kävikin ilmi, että vierailuja koulutuskeskus Salpauksella piti tehdä yhteensä neljä. Ensimmäisellä kerralla katsoimme Tuomo Rahikaisen kanssa muotinosien mallinnuksia ja totesimme, että kappaleet on mahdollista työstää Salpauksella. Kolme seuraavaa kertaa meni työstöratojen tekemiseen ja kappaleiden jyrintään.

TYÖSTÖRATOJEN SUUNNITTELU JA TERIEN VALITSEMINEN

Työstettäviä kappaleita kussakin tiedostossa oli noin kymmenen (kaikkiaan yhteensä 21 kappaletta) ja kaikissa muotinosissa oli hyvin vaihtelevasti erilaisia pyörityksiä ja kappaleet olivat syvyydeltään erilaisia. Oikeanlaisten terien löytäminen osoittautuikin hyvin aikaa vieväksi vaiheeksi ja Rahikainen taisteli oikeanlaisten työstöratojen löytämisen kanssa pitkään. Kun sopivanpaksuinen palloterä löytyi, saattoi se ollakin liian lyhyt. Vaikka osa töistä oli etukäteen hyväksytetty Rahikaisella, ei niiden tarkastelu tarpeeksi yksityiskohtaisesti etukäteen ollut mahdollista molemminpuolisen ajanpuutteen vuoksi. Lopulta työt päätettiin työstää Koulutuskeskuksessa sijaitsevissa CNC -koneista vanhemmalla, jolla jyrsiminen pystyttiin tekemään kokonaan vain kahta tappiterää käyttäen. Yksi mahdollisuus olisi ollut tilata tekemiini muotinosiin paremmin sopivat palloterät, mutta niiden saapumisessa olisi mennyt liian kauan. Tappiterällä työstettäessä

ratojen suuntaa piti muuttaa, mikä lisäsi työstöaikaa huomattavasti ja teki Metson piirtämän työstöradat turhiksi. Muotoilijan näkökulmasta on kuitenkin tärkeää, että kappaleet voitiin työstää ilman myönnytyksiä, vaikka siihen menisi aikaa enemmän.



▲ ▲ ▲ Tuomo Rahikainen piirtämässä työstöratoja mallinnuksiin Master Camissa.

▲ ▲ CNC-jyrsimen käyttö vaatii taitoa.

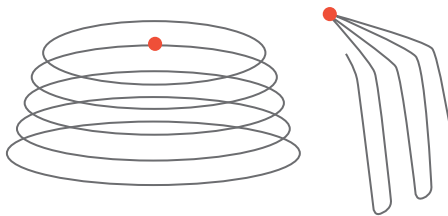
▲ Rahikainen käynnistämässä jyrintä, johon MDF-levy on kiinnitetty imulla.

MATERIAALINPOISTO JA VIIMEISTELY

Jyrsin työstää kappaleet kahdessa osassa. Ensin työstettävistä kappaleesta poistetaan ylimääräinen materiaali suurpiirteisesti rouhintaterällä kerros kerrokselta pyörivällä liikkeellä. Seuraavaksi jyrsin viimeistellee kappaleet. Rouhinta tapahtuu nopeasti, mutta viimeistely vie paljon aikaa - etenkin, kun kappaleet piti työstää tappiterällä, jolloin radat kulkevat ajankäytön kannalta epäedulliseen suuntaan.



▲ Rouhinta on tehty. Tässä terä viimeistelee kappaletta.



◀ ◀ CNC-jyrsin jyrsii ensin karkeasti pyörivällä liikkeellä.

◀ Työt jouduttiin toteuttamaan niin, että jyrsin kiertää kappaletta pystysuuntaisilla liikkeillä. Tämä vei paljon aikaa.



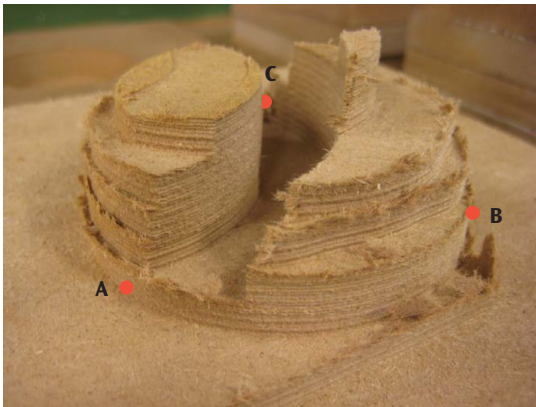
▲ Rouhinnan jälkeen ylimääräinen materiaali oli kerääntynyt pölyksi muottien päälle.



▲ Rouhinta sujui nopeasti. Minun tehtäväni oli valvoa työstöä ja puhdistaa MDF-pölyä silloin tällöin pois imurilla.

ONGELMALLISET KAPPALEET JA EPÄONNISTUMISET

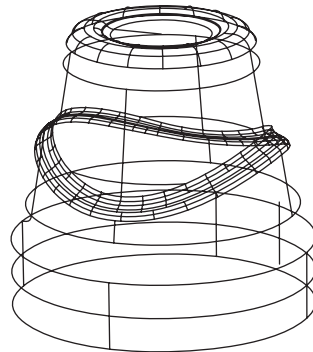
Opinnäytetyötäni ohjannut Nylander piti projektini kanssa samaan aikaan kokeellisen muotoilun kurssia samasta aiheesta, ja kurssilta tuli kaksi työtä (yhteensä kuusi muottiosaa) mukaan työstökokonaisuuteen. Nämä työt löytyvät myös tekevästäni asemoinnista 3dm-tiedostoon ja kokoamastani MDF kokonaisuudesta. Opinnäytetyössäni en puutu sen tarkemmin kurssin töihin, ainoastaan kohdissa, joissa niiden huomioiminen on opinnäytetyöni kannalta tärkeää. Vaikka kaikki näytti lopulta olevan kunnossa ja kaikki muottiosat työstävissä, ei vahingoilta täysin vältytty. Vuokamuotissa, joka kulkee työnimellä Pallo, petti liimaus ja toisen kupin yläosa irtosi jo rouhintavaiheessa. Tähän muotinosaan työstettiin myöhemmin irronnut osa muotoiluinstituutin pienellä jyrsimellä.



▲ Muotin epäonnistumista oli mahdollon ennustaa. Vastaava tapaus oli nähty Salpauksella vain kerran aiemmin.

► Mukimaisen muodon puolivälissä oleva aaltoileva muoto aiheutti hämmennystä CNC-jyrsimessä.

Toinen epäonnistunut työ oli opiskelija Lauri Linqvistin mukimainen muotti. Siinä terä kulki ylhäältä alas työstettäessä pyöreinä liikkeinä. Mukimaisen muodon puolivälissä vuoassa oli aaltoileva poikittainen syvennys, jossa terän kuului tehdä eripituisia kaaria ympyröiden sijaan. Tässä kohtaa CNC-jyrsin tulkitse numerokoodia siirtymällä tietyn välimatkan pisteestä A johonkin toiseen pisteeseen. Jos samasta pisteestä on mahdollista ylettyä kahteen yhtä kaukana olevaan pisteeseen, CNC kone ei osaa tulkita, kumpi on oikea ratkaisu. Tässä tapauksessa terä kulki väärin, eli pisteestä A pisteeseen C kun sen olisi pitänyt tehdä kaari A:sta B:hen (ks kuva vasemmalla). Lopputuloksena se, että terä kaartaa kappaleen läpi ja muotti on käyttökelvoton. Tätä ongelmaa ei voitu nähdä Master Cam -tiedostossa etukäteen, vaan ainoastaan jyrsimelle lähetettävää numerokoodia lukemalla. (Rahikainen 2009.) Koodia on kuitenkin kilometritolkulla, eikä sen lähempi tarkastelu olisi järkevää, varsinkaan, jos näyttää siltä, ettei ongelmia ole tulossa. Vastaavanlainen tapaus on tapahtunut Salpauksella vain kerran aikaisemmin. Muiden muottiosien kohdalla ei ollut ongelmia.





Hajonneeseen muottiin työstettiin myöhemmin irronnut pala muotoilu-instituutin pienellä CNC-jyrsimellä.

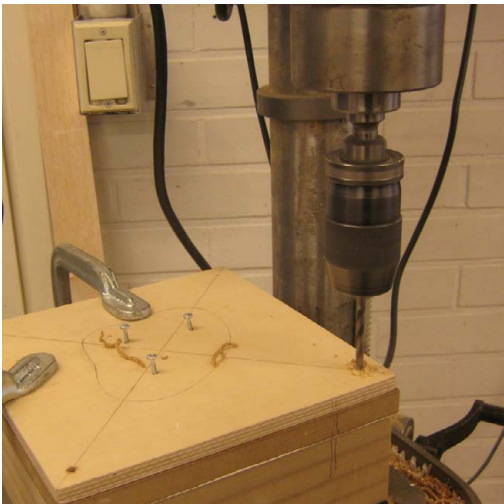
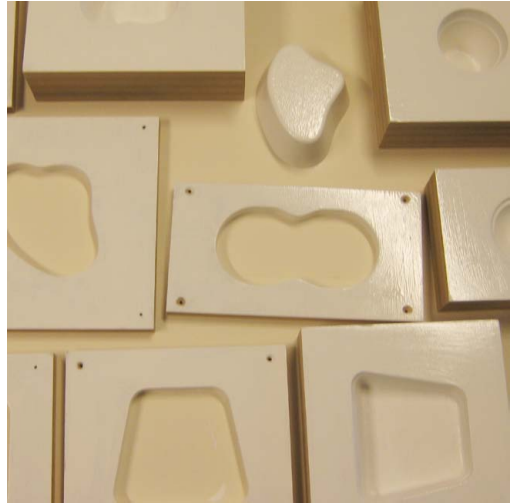
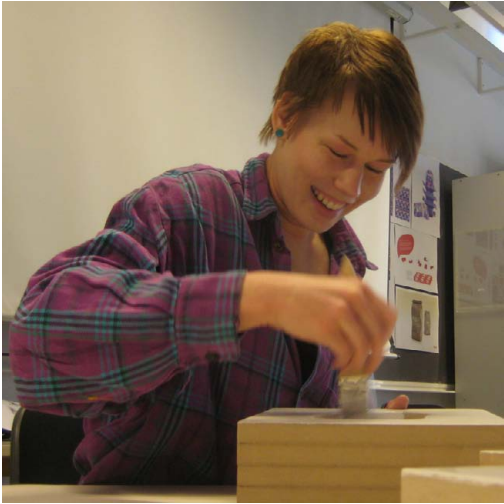


6.4 Muottiosien viimeistely

Kun kappaleet olivat valmiit, piti ne vielä hioa ja maalata useaan kertaan. Aluksi hioin kappaleista jysinterän jättämät urat tasaisiksi ja tämän jälkeen maalasini ne kertaalleen venelakka tyyllisellä valkoisella lakkamaalilla. Tasaisen ja vähäkitkaisen pinnan saavuttamiseksi (Nylander 2009) muotit tuli maalata kolmeen kertaan ja hioa aina maalauskerrojen välissä. Hyvän maalipinnan tekeminen vei aikaa, sillä maali oli tarpeeksi kuivaa toiseen kertaan maalattavaksi vasta vuorokauden kuivumisen jälkeen. Kun pinta oli tarpeeksi tasainen, piti muotteihin tehdä vielä metalliset ohjaustapit onnistunutta prässäämistä varten. Yllätyin siitä, miten paljon viimeistely lopulta vei aikaa.

► Muottien viimeistelyyn kuului mm. maalamista, hiomista ja ohjaustappien kiinnittämistä.





6.5 CNC -jyrsimen käytön arviointia

Jyrsiminen ja siihen liittyvät esivalmistelut olivat suuri osa opinnäytetyötäni ja siksi niitä on tässä käsitelty niin yksityiskohtaisesti. On hyvä myös arvioida CNC -jyrsintää kartonkiaihioiden prässäysmuottien valmistamismenetelmänä. Työstöratojen piirtämistä Master Camissa ja työstöajan lyhentämistä olisi helpottanut se, jos olisin tiennyt mitä teriä Koulutuskeskus Salpauksella on käytettävissä jyrsintää varten. Saman kappaleen eri kohdissa olevat pyöristykset olisi voitu suunnitella keskenään samansuuruisiksi ja kappaleiden syvyys muotoilla terien pituuden mukaan. Tässä on kuitenkin vaarana se, että muotoilu kärsii, jos tekniset yksityiskohdat rajoittavat liikaa suunnittelua.

Yksi työskentelyni haastavuutta lisännyt tekijä oli se, että minun piti osata kysyä oikeat kysymykset oikeassa paikassa ja koota ympärilläni oleva tieto ja taito toimivaksi kokonaisuudeksi. Koen onnistuneeni tässä hyvin, mutta myönnän, että mikäli kaikki tekniikka ja tieto olisi ollut lähempänä, tai olisin voinut koko ajan työskennellä siellä missä tieto oli saatavilla, olisi muottien suunnittelu ja valmistaminen ollut helpompaa. Tällöin monilta aikaa vieneiltä turhilta työvaiheilta olisi säästyttävä.

Stefan Lindfors kertoi luennollaan Tekesin vuotuisessa seminaarissa 2009 siitä, miten hyvä suunnittelija tietää paljon, mutta pystyy asettumaan tiedon yläpuolelle ja luomaan uutta, antamatta tiedon rajoittaa luomisprosessia. Opinnäytetyöni on muottien teettämisen kohdalla hyvä osoitus siitä, miten tekniikka lopulta taipuu tarpeiden mukaan eikä sen pidä antaa rajoittaa mielikuvitusta. Kokemukseni perusteella voin siis tiivistää, että CNC -jyrsintä puupohjaisten muotinosien valmistamisessa on kannattavaa ja eduksi on, jos suunnittelija tietää minkälainen kalusto hänellä on käytössään. Kuitenkin, jos suunnittelijalla on paljon aikaa, tai muotoilun osuus työssä on muuten tärkeä, antaa CNC jyrsintä hyvin paljon mahdollisuuksia ja sillä pystytään toteuttamaan monimutkaisiakin muotoja.



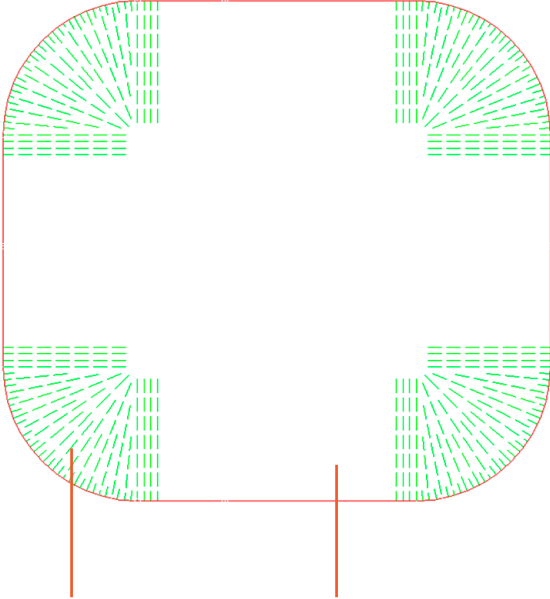
6.6 Kartonkiaihioiden suunnittelu ja toteutus

Osan kartonkiaihioiden suunnittelutyöstä ja alustavien mittojen laatimisesta olin tehnyt jo mallinnusvaiheessa, sillä mallinnusten ja MDF -aihioiden suoran pinnan koko riippui tietysti kartonkiaihioiden koosta. Ohjeita kartonkivuokien piirtämiseen sain Nylanderilta, joka on tehnyt vuokien valmistamisesta tutkimusta aiemmin. Piirtäminen tapahtui Impact-nimisellä CAD -ohjelmalla, jota olin oppinut käyttämään työskennellessäni Stora Enso Packagingilla kesällä 2008. Impactissa tiedostoon määritellään, miten kutakin viivaa työstetään. Työ lähetetään mallileikkurille, joka nuuttaa ja leikkaa kartonkia tiedoston mukaisesti. Vierailin Stora Enso Packagingilla projektin aikana kolmesti leikkaamassa kartonkisia vuoka-aihiota.

NUUTTAUKSET

Kartonkiaihioiden piirtäminen Impactilla kannatti aloittaa hahmottelemalla ensin vuoan pohjan muoto. Tämän jälkeen aihioon suunniteltiin nuuttaukset, jotka alkavat vuoan pohjan ja reunan välissä olevan pyöristyksen puolesta välistä. Nuuttaukset tehdään kohtiin, jossa vuoka kaartuu, eli esimerkiksi neliskulmaisen vuoan reunojen välisiin nurkkiin (ks. kuva s. 44). Nuuttaukset tehdään ohjaamaan vuoan muotoutumista oikeaan suuntaan muotin välissä prässäyksen aikana.

PALIKKA

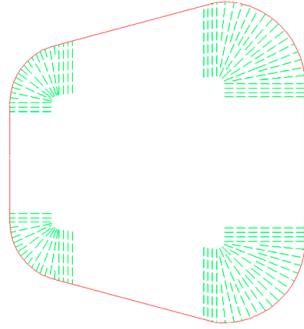


Nuutaukset tulevat kohtiin, joissa vuoan seinämä kaartuu ja nuutaukset auttavat kartonkia taipumaan oikein.

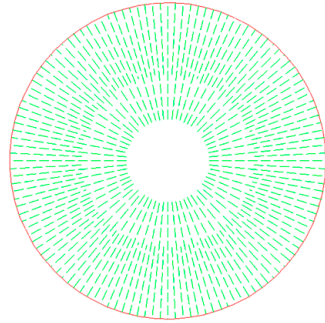
Kohtiin, joissa vuoan seinämä on suora, ei tarvita nuutauksia.

Arvioin, ettei negatiivisesti taipuviin muotoihin tarvita nuutauksia.

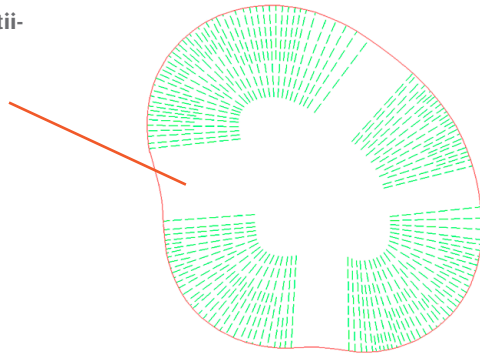
VINO



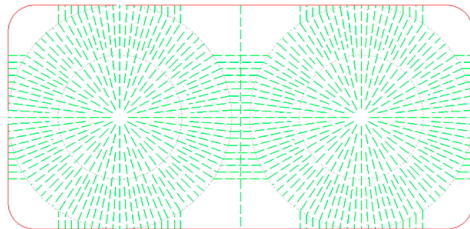
MUKI

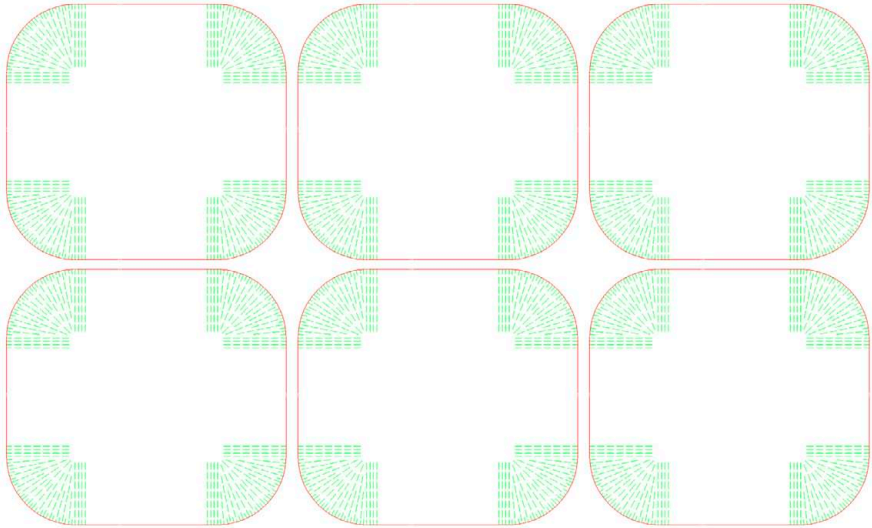


AMEBA



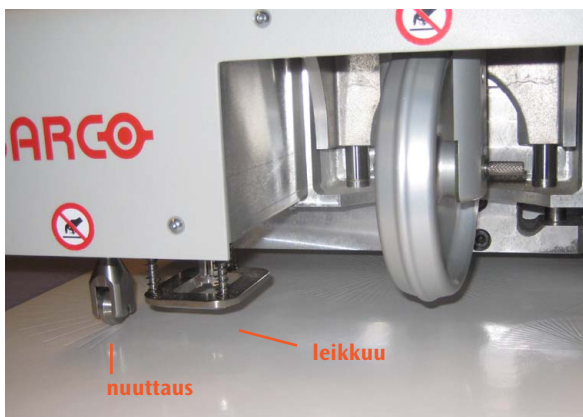
PALLO





▲ Aihioista asemoidaan haluttu kokonaisuus ja tiedot syötetään mallileikkurille.

◀ Leikkuri on tarkoitettu ainoastaan muutamien kapaleiden mallierien valmistamiseen ja sen työstönopeus on teollisuudessa tapahtuvasta stanssausta huomattavasti hitaampi.



◀ Leikkuri tekee ensin kaikki nuuttaukset yksitellen pienellä metallirullalla ja leikkaa sen jälkeen aihiot irti kartonkilevystä.

7 Vuokien prässäminen

Kun kaikki valmistelut oli tehty, saatoin aloittaa kartonkivuokien prässäämisen. Tässä vaiheessa en vielä tiennyt, tuleeko koko tekniikka onnistumaan ja minkälaisia tuloksia lopulta saisin aikaiseksi. Päätin ryhtyä kokeilemaan prässäämistä ennakkoluulottomasti odottaen samalla jännityksellä, minkälaisia tuloksia muoteilla lopulta saisi aikaan.

KARTONKIVUOKIEN PRÄSSÄÄMINEN VAIHE VAIHEELTA

1. Litteä kartonkiaihio asetetaan pesäosan päälle merkittyyn kohtaan.
2. Pidätyslevy asetetaan ohjaustappien avulla tukevasti kartonkiaihion päälle niin, että pesäosan ja pidätyslevyn väliin jää kartonginpaksuuden (noin 0,5mm) verran tilaa.
3. Keerna pujotetaan ohjaustappien avulla pidätyslevyn keskellä olevasta kolosta kohti pesää puristimien avulla.
4. Keerna työnnetään loppuun asti ja prässäys on valmis.
5. Muotti avataan ja valmis vuoka poistetaan pesäosasta.

► Viereisen sivun kuvasarja esittelee prässäyksen vaiheita.



7.1 Huomioita prässäamisestä

Aluksi ohjaustapit olivat hyvin jämäkät ja kuvittelin niiden riittävän pitämään pidätyslevyn tarpeeksi lujasti paikallaan. Puristuksessa kartonki kuitenkin vääntyili helposti ja kova, mutkalle menevä kartonki nosti pidätyslevyä pois paikaltaan. Silloin kartonki rypistyi lisää ja nuuttaukset taivuttivat vuokaa vääristä kohdista. Myös ohjaustappien paikat pidätyslevyissä löystyivät prässäamisen edetessä. Jouduin paikkaamaan ohjaustappien puutteet kiristämällä ohjauslevyn muotinosiin kiristysnauhoilla. Nauhat toimivat hyvin eivätkä ne hankaloittaneet prässäamista, lukuun ottamatta sitä, että niiden paikalleen asettaminen vei hieman lisää aikaa.



Kokeilin prässäamista ensin kuivalla kartonkiaihiolla ja lopputuloksena oli haljennut vuoka. Päätin kostuttaa hieman ahiota vedellä ja tuloksista tuli heti onnistuneempia. Kokeilujen aikana testasin, miten kosteus vaikuttaa prässäamiseen ja huomasin, ettei vuoka saa olla liian kuiva eikä liian kostea. Kohtuus on tässäkin asiassa valttia ja parhaat tulokset syntyivät niin, että ahiota kostutetaan reilusti vedellä ja liika vesi kuivataan pinnalta heti paperilla. Tämän jälkeen aihio saa kuivua pari minuuttia, mutta ei kauempaa. Kuitenkin, kun verrataan täysin kostuttamatonta ja hyvin kosteaa ahiota, kuiva aihio toimii märkää paremmin, sillä märkä aihio on liian hauras prässäyksessä eikä kestä puristusta ollenkaan.

Tein prässäyksenkin ilman apuvoimia, mikä teki työstä hankalaa ja aikaa vievää.

Puristin kappaleita toisiaan vasten neljällä puristimella eikä tasaisen puristuksen aikaansaaminen ollut mahdollista. Uskon, että tuloksista olisi tullut parempia, jos keernan olisi saanut painettua pesään tassaamalla voimalla tarpeeksi nopeasti.

Olin suunnitellut vuokiin muotoja tukevia pokkauksia, eli pieniä uria, joiden tarkoituksena on pitää vuokaa koossa, vaikka siihen tulisi painoa. Kuitenkaan pokkaukset eivät erottuneet yhdestäkään vuoka. Tämä johtuu siitä, ettei prässäykseen saa käsin tarpeeksi voimaa, jotta kartonki puristuisi lujasti muotin reunoja vasten kopioiden niiden muodon täydellisesti. Toiseksi kartonki, jolla kokeilut tehtiin, oli paksua ja jämää, mikä luultavasti auttoi estämään liikaa repeytymistä.

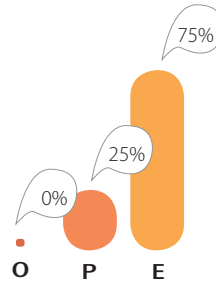
Seuraavan sivun diagrammeilla on esitetty prässäyskokeilujen tuloksia.

-  Onnistuneita
-  Pieniä vikoja
-  Epäonnistuneita

Diagrammit kuvaavat vuokakokeilujen onnistumisprosentteja. Vain kahdesta muotista tuli töysin onnistuneita vuokia. Kaikilla vuoilla päästiin kuitenkin melko hyviin tuloksiin.

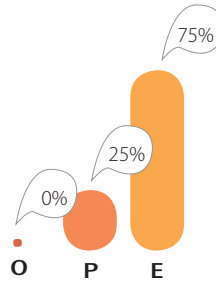
VINO

Alapinnan ja sivujen välinen pyöritys on liian pieni, jolloin kulmista tulee teräviä ja kartonki repeää kulmien kohdalta. Kulmat, joiden suuruus oli sivusuunnassa enemmän kuin 90°, pysyivät ehjinä.



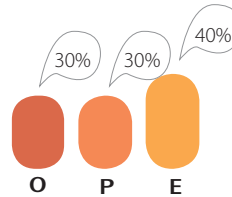
PALIKKA

Alapinnan ja sivujen välinen pyöritys on liian pieni jolloin kulmat repeävät. Kaikissa vuossa oli jokaisessa kulmassa jonkinlainen repeämä tai venymä.



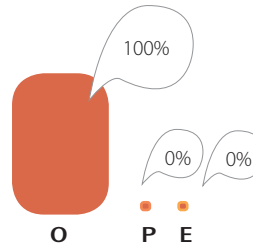
MUKI

Syvässä muotissa on paljon pitkiä nuutauksia, mikä tekee muodosta epäsiistin. Jos vuoan prässäys menee vinoon, vinous korostuu syvässä muodossa. Kaikesta huolimatta, vuoka pysyy pystyssä.



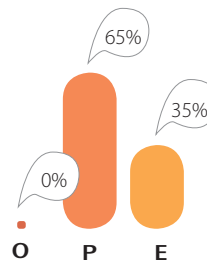
AMEBA

Kaikki vuoat onnistuivat ylittään odotukset. Alapinnan ja reunojen välinen pyöritys on tarpeeksi suuri, joten repeytymiä ei syntynyt. Myös negatiiviset muodot onnistuivat hyvin.



PALLO

Muotti toimii hyvin, mutta epäonnistumiset johtuvat oletetusti kartonkiaihion suunnittelusta. Vuoka ei täysin pysy pallomaisessa muodossa mikä johtuu joko siitä, ettei puristukseen saa tarpeeksi voimaa tai siitä, että kartonkilaatu on liian jäykkää näin pienelle vuoalle. Trvitaan lisää testejä erilaisilla kartonkiaihioilla.





8 Prässäyskokeilujen tulokset

8.1 Tulosten analysointia

Suunnittelin sekä Vinoon että Palikkaan sivujen ja alapintojen välisen pyöristyksen hyvin pieneksi ($r=7\text{mm}$). Nyt markkinoilla olevissa vuoissa kaikki muodot näyttävät olevan loivia ja pyöristykset isoja, joten halusin testata, miten terävämmät muodot toimivat. Kuten olettaa saattoi, suurimmat ongelmat johtuivat juuri liian terävistä reunoista. Sivujen ja alapinnan yhdistävissä kulmissa esiintyi paljon repeämiä, etenkin niissä kulmissa, joissa alapinnan suuntainen kulma oli alle 90 astetta. Kulmat, jotka olivat yli 90 astetta (Vinoon matala pääty), pysyivät ehjinä. Kummastakaan muotista, Vinosta tai Palikasta, ei tullut yhtään täysin onnistunutta vuokaa. Näin ollen uskon, ettei kartonkilaadun vaihtaminen tai kartonkiaihion muodon muuttaminen vaikuttaisi parantavasti testaustuloksiin, vaan muutokset pitäisi tehdä itse vuokamalliin.

▼ Muki



▼ Vino



▲ Palikka

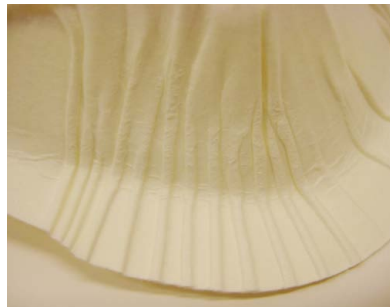
Mukin syvyys tuotti ongelmia prässäyksessä, sillä epätasainen puristus veti vuokaa helposti vinoon ja näin syvässä muodossa (65mm) vinous korostui ja heijastui vuoan yläpinnassa suurena epätasaisuutena. Muoto ei toistu kunnilla. Uskon, että muki näyttäisi siistimmältä, jos sen prässäämiseen voisi käyttää enemmän tasaista voimaa, jolloin nuuttaukset litis-tyisivät tasaisemmaksi pinnaksi.



Kaikkein parhaiten onnistui vastamuotoja sisältävä Ameba, jonka onnistumisprosentti oli huikeat 100. Osittain onnistuminen johtuu sivujen ja alapinnan tarpeeksi suuresta pyörityksestä ($r=10\text{mm}$), joka on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin tämän hetken teollisesti tuotetuissa vuoissa ($r=\text{noin}20\text{mm}$) näyttäisi olevan. Toisaalta Ameba ei sisällä teräviä kulmia vaan muotoaaltoilee sisään ja ulos pitkin vuoan reunaa. Vuokien rakenteesta huomaa, että vaikkei repeämiä esiinny ja kartonki venyy hyvin myös sisäänpäin, eivät negatiiviset, sisäänpäin kääntyvät kaaret voi olla kovin syviä.

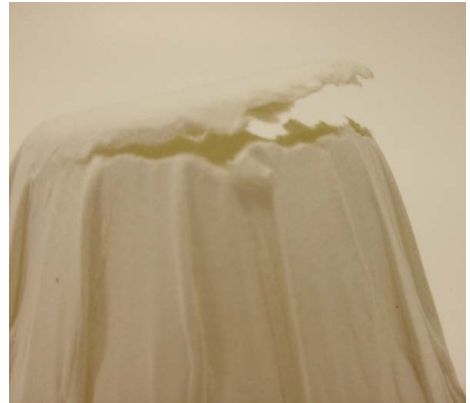
Pallon ainoaksi ongelmaksi osoittautui kartonkiaihion suunnittelu. Oli hyvin vaikea ennustaa ennen ensimmäisiä kokeiluja, mihin suuntaan aihio alkaisi vetäytyä ja mihin kohtiin aihioon pitäisi jättää liikkumavaraa. Tämä muoto on siis mahdollinen, mutta se vaatii paljon jatkotutkimusta nimenomaan kartonkisen aihion osalta. Lisäksi ohuempi kartonkilaatu voisi helpottaa muotojen tutkimusta.

▼ **Käsin prässätyn (yllä) ja teollisesti valmistetun (alla) vuoan eroja. Teollisen vuoan nuuttaukset ovat litistyneet siististi ja pienet muotojen yksityiskohdat vuoan reunassa näkyvät selvästi.**





▲ Prässäyskokeiluissa vuokia kasteltiin reilusti ja ylimääräinen kosteus pyyhittiin pois paperilla.



▲ Vuoka repesi kulmista helposti, jos sitä oli kasteltu liikaa tai liian vähän.

► Myös painettuja vuokia voidaan prässätä. Nuuttaukset rypistävät painokuvioita, mikä pitää ottaa huomioon painatusta suunniteltaessa.



► Painatus jätti jälkiä muottiin, jotka saattoivat siirtyä seuraavaan prässätävään vuokaan.



8.2 Johtopäätökset



Ensimmäisten kokeilujen tulokset näyttivät antavan hyvää osviittaa siihen, että tällaisia kokeiluja kannattaa tehdä. Oli ilahduttavaa huomata, että juuri ne muodot, joiden ei pitänyt onnistua (Pallo ja Ameba), onnistuivat parhaiten ja suurimmat ongelmat näkyivät olevan kaikkein tavanomaisimmissa muodoissa (Vino ja Palikka). Lisäksi lähes kaikkien vuokien kartonkiaihiot toimivat ensimmäisen piirroksen pohjalta. Toisaalta myös osa oletuksista kävi toteen, sillä prässäystekniikalla ei suositella muotoja, joiden syvyys suhteessa halkaisijaan on suuri. Muki-vuoista tuli hieman epäsiistejä ja ne onkin helppo korvata kartongista tehtävällä lieriöratkaisulla.

Vaikka yksinkertaisuus on valttia pakkaus-teollisuudessa, se ei tarkoita, että tavallisuus olisi sitä. Uutta kannattaa kokeilla ennakkoluulottomasti ja rajoja rikkoa uusien ideoiden kitsaasta vastaanotosta huolimatta. Käsien tehtävällä testauksella voidaan tehdä ennenkuulumattomat pakkausratkaisut todelliseksi ja vakuuttaa yrityksen johtoryhmä, myyntiosasto ja mahdolliset asiakkaat siitä, että uuteen ideaan voi ja kannattaa luottaa. Opinnäytetyöni kokeilut ovat todistaneet sen, että pakkausmuotoilussa kaikki voi olla mahdollista!

9 Arviointi

OMAN TYÖSKENTELYN ARVIOINTI

Olen hyvin tyytyväinen siihen, että onnistuin kokoamaan ympärilläni hajallaan olle-
van tiedon ja yhdistämään siitä kokonaisu-
uden, jonka avulla onnistuin tekemään
käyttökelpoisen opinnäytetyön. Projekti
oli hyvin monivaiheinen ja vaati monessa
kohtaa pitkää pinnaa ja päämäärätietoisu-
utta. Teknispainotteisen opinnäytetyön
kokoaminen onkin opettanut minulle kär-
sivällisyyttä ja todistanut sen, että yhteistyö
eri alojen ammattilaisten kanssa tuottaa
hedelmää ja kannattaa aina.

Vaikka sain ohjeita siitä, minkälaisia
muotoja minun kannattaisi lähteä kokeile-
man, en juurikaan kuunnellut niitä. Tämä
jääräpäinen asenne osoittautui hyväksi
siltä osin, että sain aikaiseksi yllättäviä lop-
putuloksia. Todistin myös, etteivät tekniset
tosiasiat välttämättä estä muotoilijaa to-
teuttamasta ammattitaitoaan. Tekniikka
kehittyy jatkuvasti ja taipuu kyllä tarpeen
mukaan, jos muotoilija osaa perustella ide-
ansa kannattavuuden ja esittää sen niin,
että eri alojen ammattilaiset pääsevät yh-
teisymmärrykseen siitä, minkälaisista muu-
toksista on kysymys.

Toisaalta jääräpäinen asenteeni aiheutti
minulle kaksi kokeilua, joiden tuloksissa
ei näkynyt yhtään täysin onnistunutta
vuokaa. Minua varoitettiin liian terävistä
ja yksityiskohtaisista muodoista, mutten
ottanut neuvoista oppia. Toisaalta se, että
tällaisten kokeilujen tulokset synnyttävät

niin odotettuja kuin yllättäviäkin tuloksia,
tarkoittaa sitä, että tutkimuksia tulee teh-
dä hyvin laajasti jatkossakin. Toivonkin,
että vuokapakkausten muototestauksia teh-
dään alalla lisää ja luotetaan siihen, että
uusiin, parempiin ratkaisuihin tulee jatku-
vasti pyrkiä.

TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN

Opinnäytetyöni menetelmillä pyrittiin ke-
hittämään ratkaisuja kartonkivuokapak-
kausten mallien valmistusongelmaan.
Tekniikalla saatiin aikaan tuloksia, joita
voidaan hyödyntää käytännössä, mutta
työskentelytavat sellaisenaan eivät sovellu
pakkausteollisuuden nopeaan rytmiin.
Aikaa vievän testauksen työskentelyta-
poja voidaan sen sijaan soveltaa pidem-
mälle tähtäävään tutkimukseen, joka
pyrkii yleispäteviin tuloksiin. Vaikka näillä
halvemmilla materiaaleilla (MDF, vaneri,
muovi jne.) tehdyillä tuloksilla ei päästä
ulkonäöllisesti teollisesti tuotettujen vuok-
ien tasolle, ovat tulokset riittävän tarkkoja
antamaan suuntaa jatkotutkimuksille. Us-
kon, että näiden kokeilujen perusteella
uskalletaan lähteä teettämään uudenlaisia
viimeistelyjä vuokamuotteja.

Ratkaisut asiakastilanteissa tarvittavien
näköismallien ongelmaan jäivät vielä auki,
mutta opinnäytetyöni viitoittaa kuitenkin
tietä oikeaan suuntaan mallikysymyksen
ratkaisemisen parissa. Opinnäytetyössäni
käytettyä tekniikkaa voi varmasti hyödyntää
jatkossakin. Se on hyvä lähtökohta kar-
tonkisten vuokapakkausten muotokokei-
lulle, vaikka se vaatiikin vielä parantelua.

Kiitokset

NOORA NYLANDERILLE kannustuksesta, asiantuntevasta ohjauksesta ja kattavista asiantuntijayhteyksistä. Kiitos myös kaikista neuvoista ja ajattelua helpottavasta materiaalista eri työskentelyvaiheiden aikana. Olen hyvin kiitollinen henkilökohtaisesta panoksestasi opinnäytetyötäni kohtaan ja siitä, että uskoit projektin onnistumiseen alusta lähtien.

TUOMO RAHIKAISELLE Koulutuskeskus Salpauksessa tehtyjen muotinosien nelipäiväisestä jyrintäoperaatiosta.

KARI METSOLLE 3D-mallinnusopastuksesta, avusta Master Cam tiedostojen kanssa ja irronneiden muottipalasten tekemisestä muotoiluinstituutin CNC-jyrsimellä.

KARI MALMISELLE, ARI LIINASAARELLE JA MUILLE muotoiluinstituutin puupajalla kohdalleni sattuneille ihmisille avusta ja neuvoista MDF-aihioiden valmistamisessa ja koneiden käytössä.

JAAKOLLE kun jaksoit kannustaa minua jatkamaan hankalinakin hetkinä.

LUOKKATOVEREILLE JA YSTÄVILLE opinnäytetyöhön liittyneistä rakentavista keskus-teluista ja ”ruokataukojen terapiaistunnoista”.

Ja tietenkin **MARJA LAMPAISELLE** koko neljä vuotta kestäneestä, omistautuneesta ja paikoin jopa äidillisestä ohjauksesta pakkausmuotoilun opintojen kanssa.

Lähdeluettelo

KIRJALLISUUS

Andersson Paul H., Järvelä Pentti, Peltola Piia, Mäkelä Jenni, Koskenniska Ville, Heikkilä Mika, Saarinen Jarmo, Mikkola Petri, Kokkonen Jari & Nieminen Ilkka
Muotin suunnittelu ja valmistus
TTY-paino, Tampere 2004

Baxter Mike,
Design Research Centre, Brunel University, UK
Product Design
Practical methods for the systematic development of new products
Chapman & Hall, UK 1995

Ruiskuvalu
Järvelä Pentti, Syrjälä Kai & Vastela Martti
Plastdata Oy 2000

Toim. Järvi-Käärinen Terhen & Leppänen-Turkula Annukka
Pakkaaminen
Perustaidot pakkauksista ja pakkaamisesta
Hakapaino Oy 2002

Kettunen Ilkka
Muodon palapeli
WSOY, Helsinki 2000

Seppälä Markku J. (toim.), Grönstrand Joel, Karhuketo Hannu & Törn Tage
Kemiallinen metsäteollisuus 3
Paperin ja kartongin jalostus
Gummerus Kirjapaino Oy 2000

Reija Suihkonen, Heli Vesanto & Pentti Järvelä
Tampereen teknillinen yliopisto, Muovi- ja elastomeeritekniikka
Kartongin käyttö pakkaussovelluksissa
Raportti 10/06

HAASTATTELUT

Karhu Teemu, myyntipäällikkö, Stora Enso Packagingilla 1.4.2009

Pirttiniemi Olavi, muottisuunnittelija, Stora Enso Packagingilla 19.2.2009

Virtanen-Leppä Tanja, pakkauskehityspäällikkö, Atria Suomi Oy,
puhelinhaastattelu 14.4.2009

LUENNOT

Lindfors Stefan
"Mistä luovuus lähtee"
Tekesin Futupack-seminaarissa 31.3.2009

Mäkelä Pasi
"Muotoiluvaha osana muotoiluprosessia"
Muotoiluinstituutti 3.4.2009

MUU AINEISTO

Nylander Noora
Kokeellisen muotoilun työpaja, kurssimateriaali
LAMK/ Muotoiluinstituutti 2009

